

環境資源管理の空間的経済評価手法と政策的含意

—消費者の意識・行動データに着目して—

村 中 亮 夫 *

I. はじめに

「日本政府では、国内13箇所の世界遺産群の破壊を避け現状を維持するために、今後10年間(20xx年4月～)毎年、国民に対して「世界遺産税」を課す計画を立てています。あなたは、この世界遺産税に対して、年間最大でいくらの支払いなら応じますか？」

近い将来、このような質問が政府から投げかけられるかもしれない。

現在、日本政府において、公共事業の妥当性を検証することを目的に、費用便益分析を用いた公共事業評価の導入が進められている¹⁾。上記の質問では、日本国民に対して、日本国内に分布する世界遺産の将来的破壊(将来的可能性としての環境資源の質)を避けるために、現状(現在の環境資源の質)を維持する政策オプションが仮想的に提示された。ここでは、環境資源(この場合世界遺産群)を保全した場合の個人の満足度(効用)が、支払意思額(willingness to pay: WTP)として測られている²⁾。

ここでのWTPは、世界遺産群の質が変化することに対する、消費者の支払意思の表明金額である。経済学的には、このWTPが世界遺産群を保全することによって生まれる便益とみなされる。そして社会的には、この

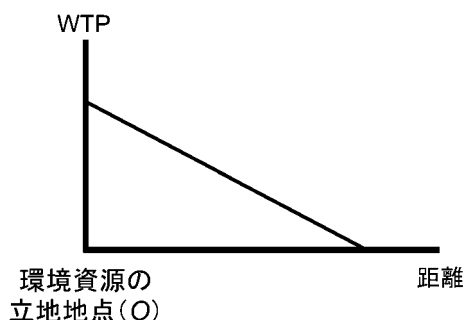
WTPを日本国民全体について集計することにより、日本社会全体にとっての便益(社会的便益)が計測される。世界遺産税構想が現実に法制化されると、ここで計測された社会的便益は、公共事業投資金額の予算案策定において、活用されるかもしれない。

この便益の問題に関して、地理学的には便益の空間的側面に着目できる。例えば、鹿児島県の住民は「屋久島(鹿児島県)」に対するWTPを「2,000円」と回答するが、東京都の住民はそれより低い値(例えば「100円」)で回答するかもしれない。また、広島県の住民は「厳島神社(広島県)」に対するWTPを「1,500円」と回答するが、北海道の住民はそれより低額の「500円」と回答するかもしれない。

すなわち、個人のWTPが各評価対象財への距離に依存すると予想される。Hanink³⁾はこの点に着目し、個人のWTPに対する、被験者と評価対象財となる環境資源との距離の関係を一般化した(第1図)。ここでは、環境資源の立地点(O)から被験者の居住地までの距離が増加するとともに、環境資源保全に対する個人のWTPが低下していることが示されている。この現象は一般的に、環境資源保全により生まれる外部経済の「距離減衰効果(distance decay effect)」と呼ばれる。

環境資源保全により生まれる便益の計測手

* 立命館大学大学院・日本学術振興会特別研究員



第1図 WTPの距離減衰効果
(Hanink³⁾に基づいて作成)

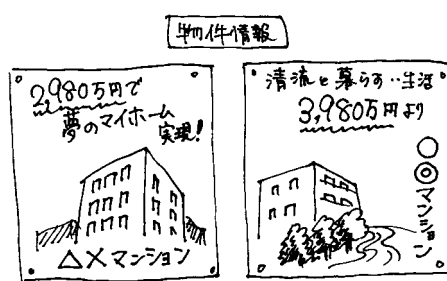
続きは、経済学において開発され、社会工学や都市・農村計画などの領域に普及してきた。しかし、これまでの議論では、上記に示したような環境資源保全に関わる便益の空間的側面について、積極的に議論の対象とされることはほとんどなかった。その結果、環境資源保全によって生まれる便益と、その便益を生み出すためにかかる費用との対比を通じた資源保全の妥当性を政策的に検討（費用便益分析）する際、費用の地域的配分の問題⁴⁾が十分に議論されてこなかった。

そこで本稿では、①環境資源の経済評価に関する空間分析的アプローチの視点を整理すると同時に、②その空間分析的視点の持つ政策的含意を、環境資源管理の具体的な事例を交えて紹介していきたい。とくに、空間的次元を評価に導入した結果が明らかにする便益の空間的問題について、費用負担と便益享受の公平性の観点から整理する。

II. 環境資源評価への空間分析的アプローチ

1. 市場データと意識・行動データ

世の中に存在するほとんどの環境資源は、



第2図 ヘドニック・アプローチ

一般的な市場で取引されておらず、市場価格を持たない。そのため、価格を持たない環境資源の保全により生まれる便益を計測するためには、何らかの形でその環境資源に関わる経済的指標を入手せねばならない。これらの経済的指標は、大きく分けると、①環境資源の代理市場に関わるデータ、ないしは②環境資源に対する消費者の意識や行動に関わるデータから作られる。

前者のデータに対しては、一般市場で取引されない環境資源から得られる効用を、一般市場で取引されている財の市場価格から間接的に抽出する手法が考えられている。この手法はヘドニック・アプローチ (hedonic price method: HPM) と呼ばれ、環境資源の質の単位あたりの変化が、どの程度一般市場で取引されている財の価格に影響を与えているのかを考える⁵⁾。

たとえば、同じ都市的土地利用のなされている地域において、近くに清流の流れている場所のマンションが、そうでない場所のマン



第3図 仮想市場評価法（CVM）

ジョンに比べて高い価格で取引される場合を想定してみよう（第2図）。この場合、その取引価格の差額には、清流から得られる消費者の満足感が反映されている（資本還元仮説）可能性が高い。この価格の差額分に対して清流が与える影響分が、清流によって生み出される便益とみなされる。

後者のデータに対しては、環境資源保全に対する消費者の意識や行動に関わる選好データから、環境資源の便益を計測する手法が用意されている。

たとえば、前章冒頭のシナリオに基づいて、屋久島の自然環境を保全するためにある一人の鹿児島県民が2,000円支払うと表明したとしよう。この場合、屋久島の自然環境を保全することで生まれる便益は、その鹿児島県民にとって2,000円であるとみなせる（第3図）。この手法は、ある仮想の前提に基づいた消費者の環境資源に対する支払意思を問う手法であり、仮想市場評価法（contingent valuation method：CVM）と呼ばれている。

また、屋久島への旅行者が屋久島の提供しているレクリエーションサービスを消費するために屋久島を訪問していると考え、屋



第4図 トラベルコスト法

久島への訪問者データ（個人の訪問頻度や地域別訪問率）と屋久島までにかかった費用から訪問需要関数を導くことで、屋久島の生み出すレクリエーション機能の便益を計測することもできる（第4図）。この手法は旅行者の行動に着目した手法であることから、トラベルコスト法（travel cost method：TCM）と呼ばれている。

これら代理市場に関わる経済データと消費者の意識・行動に関わるデータとでは、評価対象の範囲や汎用性、そして実際の政策的適用可能性が異なる。

まず、ヘドニック・アプローチに代表される代理市場データによる評価は、代理市場に顕示される実際の取引実績データを基盤としている。とりわけ土地や住宅に関わる不動産価格に関するデータは、データの量が豊富で精度も安定している利点がある⁶⁾。しかし、非常に広範囲に及ぶ森林などの環境資源が不動産価格に与える影響の検証は事実上不可能であり、評価可能な対象は空間的にごく限定された範囲に限られる。また、シラサギやタンチョウなどの水鳥が飛来する湿地の生態系の価値は、必ずしも不動産価格に反映されとは限らない。すなわち、生態系の代理市場を見出すことは不可能に近く、この場合ヘド

ニック・アプローチの利用は困難である。

一方で、消費者の意識や行動に関わるデータの分析では、意識・行動に関わる統一されたデータがないため、個別に調査を行う必要がある。そのため、調査にかかる人的・経済的・時間的負担が大きい。また、個別調査の信頼性もまちまちであることから、客観性の不十分さが指摘されることもある⁷⁾。

しかし、この方法は環境資源に関わる意識や行動のデータを政策目的に応じて臨機応変に収集でき、あらゆる環境資源保全の便益を推計できる点で優れている。また、収集されたデータは個人レベルで集められるため、市場データと比較して個人の消費行動を精確に反映した評価ができる。さらに、政策の目的に応じて地域住民の意識や行動を問うことから、住民参加型の政策評価手法としての活用も期待される。

上記のように、代理市場データと消費者の意識・行動データはそれぞれ長所と短所を持ち合わせており、利用データの選定にあたっては評価対象の環境資源や求められる評価精度、そして調査にかけられる人的・経済的・時間的資源を検討せねばならない。近年、住民参加型の公共事業評価の要請が社会的に高まっていることに着目し、本稿では消費者の認識や行動に関わるデータを用いた評価手法に焦点を絞って議論を行いたい。

2. 空間分析の手法

環境経済評価手法で中心的役割を果たしているのは、回帰分析の考え方である⁸⁾。通常の評価手法を利用する場合、その目的は評価額の推計が第一義であり、意識・行動データ(例えば、評価対象となる環境資源保全に対する WTP)を従属変数とする単純な回帰モデル

を考えればよい。しかし、環境資源の持つ空間的次元を評価に組み込む場合、環境資源の持つ空間的特徴を明示的に扱う必要がある。ここで、環境資源の空間的次元を考えるために、それらの次元を整理しておこう。

まずは、点としての環境資源が考えられる。ごく狭い面積しか持たない環境資源(たとえば、1枚の棚田や1箇所の公園など)は、評価においては広がりを持つものとして扱うことはほとんど意味がなく、単純に1点の財として扱うことが妥当である。こうした1点財を評価の対象とする場合、空間分析では被験者と環境資源との距離に関心が持たれよう。

次に、線としての環境資源も考えられる。評価対象となる環境資源が直線もしくは曲線のような形状で表される場合、1点財として扱うことは好ましくない。この場合、河川や山脈、長大な城壁などが想定されるが、空間分析ではまず被験者と評価対象財との最短距離に関心が持たれよう。

さらに、面としての環境資源も想定される。広大な空間範囲に評価対象となる環境資源(たとえば、森林や複数の文化財群など)が分布する場合、点や線として環境資源を扱うことは好ましくない。この場合、環境資源の形状や分布特性を検討し、被験者と各評価対象財との空間的関係を、適切に評価プロセスに反映させることが必要となろう。

以上のように、環境資源を空間的に捉えようと、上記のような点・線・面の3つに区分できる。空間分析的視点からは、環境資源を保全することにより生まれる便益を、このような環境資源の各形状に応じた形で実行することになる。

これまでの消費者の意識や行動に関わる

データに基づいた環境経済評価研究では、環境資源の持つ空間的次元を明示的に扱ってこなかった。そのため、すべての環境財は1点財として扱われ、評価に関わる回帰モデルの構築では、評価対象となる環境資源と評価者との距離が扱われるのみであった。すなわち、既存研究において環境資源は点として認識されてきたと言え、線や面としての財に対する評価では、新たに適切な分析を考えなければならない。

面としての環境資源に対する経済評価に意識・行動データを利用する場合、環境資源自体の空間分布を考えると同時に、それを評価する消費者（被験者）の空間分布も同時に考えなければならない。この場合、評価に関わるデータを OD (origin-destination) 形式で集めることで、面的な形状を持つ環境資源を評価できるようになる。

たとえば、京都盆地およびその周辺には、「古都京都の文化財（京都市・宇治市・大津市）」として、17 件の寺社仏閣と城がユネスコの世界遺産として登録されている。この文化遺産に対して京都市・宇治市・大津市の住民にとっての便益を OD 形式のデータで分析する場合、各市民の居住地をから 17 件の各世界遺産に対する意識・行動データを作成することになる。このデータは行方向に各個人（もしくは地区）、列方向に任意の空間単位で区切った各評価財が並ぶ形式のデータを想像すると分かりやすい。

ただ、この OD 形式のデータを環境経済評価で用いようとすると、評価対象となる環境資源（「古都京都の文化財」なら 17 件）とその消費者（世帯単位の調査なら、京都市・宇治市・大津市の合計世帯で 78 万 7649 世帯：

平成 12 年国勢調査）との空間的位置関係には様々な組み合わせが生じ、それを考慮した膨大なサンプルが必要である。そのため、空間データの収集に、多大な人的・経済的資源を投入せねばならない。

こうした調査にかかる大きな人的・経済的資源投資を避けるために、既存研究で利用されたデータや結果を、目下の評価対象財に適用する評価手法が開発されている。この手法は便益移転 (benefit transfer)⁹⁾ と呼ばれ、近年盛んに研究が進められている。この分析手法は、限られたサンプルデータから母集団全体をモデルによって外挿する手法である。この手法は、データ収集の際に人的・経済的資源を節約したうえで、環境資源と被験者との多くの空間的組み合わせを考慮する空間的経済評価研究を行える点で、非常に有効な手段となる。

III. 空間分析的研究の事例

本章では、消費者の行動に関わるデータを用いたトラベルコスト法、消費者の意識に関わるデータを用いた仮想市場評価法を取り上げ、空間分析的手法のより具体的な内容を説明する。

1. トラベルコスト法

トラベルコスト法（旅行費用法）は、環境資源の移動を伴うレクリエーション利用により生まれる便益を計測する手法である。この手法では、環境資源に対する消費者の需要（訪問頻度）と旅行費用から環境資源の需要曲線を推定し、最終的に各個人の消費者余剰 (consumer surplus : CS) を母集団について集計することによって、社会的便益を計測でき

る。消費者余剰とは、たとえば「屋久島から文化教育的・レクリエーション的機能を購入しないで済みますよりは、その機能を購入しても良いと思う金額」から、「屋久島から文化教育的・レクリエーション的機能を購入するために支払った実際の金額」を差し引いた金額である¹⁰⁾。この関係について縦軸に訪問頻度 V 、横軸に旅行費用 TC を取り、需要曲線 D を明示したものが第5図である。原点は O で示されている。

需要曲線 D では、屋久島までの旅行費用が高額になればなるほど、屋久島への訪問頻度が低下することが示されている。ここからは、例えば旅行費用が TC_a の場合、訪問頻度は V_a となることがわかる。また、旅行費用が上昇すると訪問頻度は低下していき、最終的に旅行費用が TC_c まで上昇すると、訪問頻度はついに0となる。

ここで、所与の旅行費用を TC_a とすると、この旅行費用以上の費用をかけてでも、屋久島の持つレクリエーション便益を享受したいと考える消費者を考える。これらの消費者集団は所与の旅行費用 TC_a に加えて、追加的な支払意思を示していることになる。所与の旅行費用 TC_a のもとで、最大で旅行費用を TC_b

まで支払う意思のある消費者は $TC_b - TC_a$ 、 TC_c まで支払う意思のある消費者は $TC_c - TC_a$ 分だけの追加的支払意思を示しているのである。

これらサービスの消費に対する追加的支払意思は環境資源のレクリエーションサービスに対する支払意思額 (WTP) であり、これはそのレクリエーションサービスにより生み出される便益とみなされる。この追加的支払の意思額の総体が三角形 $TC_a - D_a - TC_c$ であり、この三角形の面積は屋久島までの旅行費用が TC_a 円である時の消費者余剰 CS_a であるとみなされる。この消費者余剰は、回帰モデルにより需要曲線 D を推定した後、各個人 i (地区 i の住民) の旅行費用データをもとに各個人 (各地区の住民) について計算し、全個人について合計したものである。

屋久島のレクリエーション需要関数の推定では、訪問頻度を従属変数、旅行費用や消費者に関わるその他の属性を独立変数とする回帰モデルを考える。

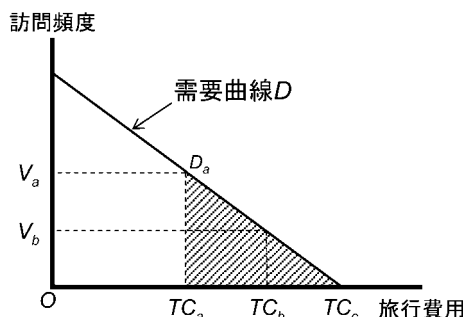
$$v_i = f(tc_i, c_i) \quad (1)$$

v_i は消費者 i の屋久島への単位あたり訪問頻度、 tc_i は消費者 i の屋久島への旅行費用、 c_i は消費者 i の屋久島に対する意識や属性を表す属性列ベクトルである。

例えば、消費者 i の屋久島への旅行費用とアウトドア活動頻度が、有意に屋久島への訪問頻度に影響を与えているなら、上記 (1) 式は、

$$v_i = \exp(\beta_0 + \beta_1 tc_i + \beta_2 Outdoor_i) \cdot e_i \quad (2)$$

のように表される。 $Outdoor_i$ は消費者 i の年間アウトドア活動頻度、 $\beta_0, \beta_1, \beta_2$ はパラメ



第5図 消費者余剰

ター、 e_i は誤差項である。通常、屋久島への旅行費用が高くなると屋久島への訪問頻度は低くなり、 β_1 の符号はマイナスとなる。この需要関数は従属変数が訪問頻度となることから、訪問頻度関数と呼ばれている。ここでは、観測される訪問頻度 v_i は右側に裾の長い分布形状となることが多いため、右辺は指数関数 (exp) の形を取っている。そして、推定された個人単位の消費者余剰を個人 i について総和することによって、屋久島の生み出しているレクリエーションの社会的総便益 TB が求められる。

$$TB = \sum_i CS_i \quad (3)$$

ここで CS_i は個人 i の消費者余剰であり、「消費者 i が屋久島訪問のために支払う意思のある最大の旅行費用 (例えば第5図中の TC_b)」から「消費者 i が屋久島訪問のために実際に支払った旅行費用 (例えば第5図中の TC_a)」を差し引いたものである。

これまでトラベルコスト法を用いた環境経済評価の問題関心は、個人がレクリエーション利用として環境資源を間接利用するために、どれだけの所得 (もしくは所得を得る機会) を犠牲にしているかを、可能な限り厳密に推定することであった。そのため、既存の研究手法では環境資源の持つ空間的次元にはほとんど関心が払われず、結果として空間的次元を明示的に扱う分析手法は進展してこなかった。

しかし、近年、環境資源の持つ空間的広がりやを考慮した、便益の推定手法も開発され始めた。この手法は、空間的に広がりを持つ環境資源を任意の空間単位で区切ること、各空間単位の持つ便益を視覚化する取り組みで

ある。Bateman *et al.*¹¹⁾ はイギリスのウェールズ地方を事例に、当該地域一帯に広がる森林の持つレクリエーション利用価値の、空間的変動を推定した。ここでいう空間的変動とは、空間的に広がる森林が、立地条件に応じて異なる度合いの便益を生み出していることを意味する。この評価作業は、以下の5つの段階を踏んでいる。

Step 1: 調査で得られた、レクリエーションサイト i への訪問率を従属変数、サイト i への旅行時間を独立変数とする訪問頻度関数を推定する。

Step 2: 英国森林委員会が所有する、ウェールズ地方におけるレクリエーションサイトへの訪問者属性の実測値と、Step 1 で求めた訪問頻度関数から推定される予測値との関係を検討し、訪問頻度関数の妥当性を検証する。

Step 3: ウェールズ地方の5 km メッシュを作成し、道路ネットワークデータを利用してひとつのメッシュからその他のメッシュまでの旅行時間を計測する。

Step 4: Step 1 で求めた訪問頻度関数、Step 3 で求めたメッシュ間の時間距離データ、そしてウェールズおよびその東に隣接するイングランド内陸地方の人口メッシュデータを用いて、各メッシュに立地する森林のレクリエーション需要を予測する。

Step 5: 既存研究で得られた1グループ1訪問あたりの訪問費用をStep 4 で得られたデータに乗ずることにより、各メッシュに立地する森林のレクリエーション利用価値を推定する。

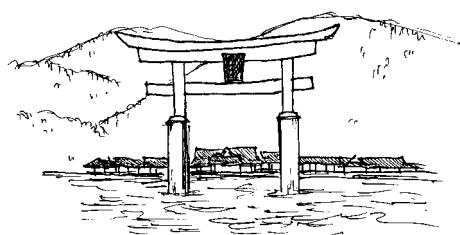
このようにトラベルコスト法の手法に便益移転の考え方を援用することで、限られたデータから効率よく空間次元の便益評価結果

が推定できるのである。Bateman *et al.*¹²⁾ では、このような空間分析的な手続きに基づき、①便益の空間的変動は人口の分布に影響を受けている、②人口密度の低い地域では便益の空間的変動が道路網の広がり依存する、といったウェールズ地方の森林の持つレクリエーション利用価値の空間的特徴を明らかにしている。

2. 仮想市場評価法

仮想市場評価法 (CVM) は表明選好法の一つであり、環境資源の保全により生まれる便益を計測する代表的手法である。ここでは、世界遺産のひとつである厳島神社 (第 6 図) の事例を取り上げて説明してみたい。

厳島神社は広島市の南西約 20 km の広島湾に位置する、厳島の海上に建造された世界文化遺産である¹³⁾。この厳島神社は本殿や拝殿・大鳥居などの建築物から構成され、その背後 (南方) にある弥山原始林の一部とともに、世界遺産として登録されている。厳島神社は海上の建造物であるため、高波や高潮を伴う台風による破壊の危険性を常に帯びている。この厳島神社を保全することによって生み出される便益を計測する際、CVM では、通常、厳島神社の環境質を改善または維持するための WTP を質問する。WTP の質問は仮想シナリオを前提とし、厳島神社の環境質が「悪

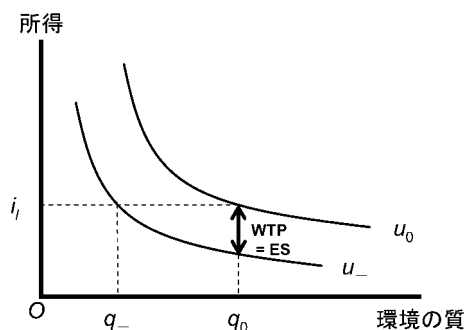


第 6 図 厳島神社

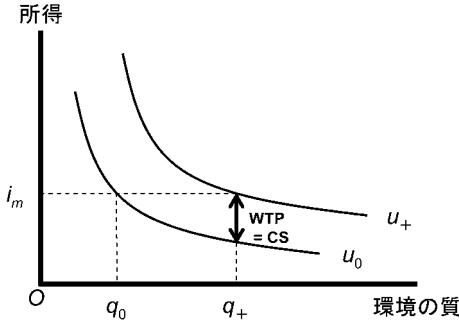
くなる場合」と「良くなる場合」とを考える。

まずは、厳島神社の現在の環境質 (q_0) よりも、将来的な環境質が悪くなる (q_-) シナリオを考えてみよう (第 7 図)。この場合、厳島神社から得られる効用は u_0 から u_- へと低下する。そのため、厳島神社の環境質が低下するシナリオのもとで、WTP は「将来的な環境質の低下を避けるための支払意思額」として定義付けられる。つまり、個人 l の所得を i_l とすると、この場合の WTP は、現在の効用水準を維持するために割いた所得の一部 (第 7 図中の WTP) であり、厳島神社の環境質を維持することによって生まれる便益である。この便益は、経済学的には等価余剰 (equivalent surplus : ES) とも呼ばれる。

一方で、厳島神社の現在の環境質 (q_0) よりも、将来的な環境質が良くなる (q_+) シナリオも考えられる (第 8 図)。この場合、厳島神社から得られる効用は u_0 から u_+ へと上昇する。そのため、厳島神社の環境質が上昇するシナリオのもとで、WTP は「将来的な環境質の上昇を得るための支払意思額」として定義付けられる。つまり、個人 m の所得を i_m とすると、この場合の WTP は、現在の効用水準を上昇させるために割いた所得の一部



第 7 図 等価余剰と WTP



第8図 補償余剰と WTP

(第8図中の WTP) であり、厳島神社の環境質を上昇させることによって生まれる便益である。この便益は、経済学的には補償余剰 (compensating surplus : CS) と呼ばれている¹⁴⁾。

厳島神社の環境資源管理により生まれる便益の計測では、厳島神社の環境質の維持または向上に対する WTP を従属変数、厳島神社に対する認識や環境に対する意識、消費者の属性などを独立変数とする回帰モデルを考える。

$$wtp_i = f(c_i) \quad (4)$$

ここで、 wtp_i は消費者 i の厳島神社保全に対する WTP、 c_i は消費者 i の厳島神社や環境に対する意識や属性を表す属性列ベクトルである。

例えば、消費者 i の年齢が厳島神社保全に対する WTP に影響を与えているなら、上記 (4) 式は、

$$wtp_i = \exp(\beta_0 + \beta_1 Age_i) \cdot e_i \quad (5)$$

のように表される。 β_0, β_1 はパラメータ、 Age_i は消費者 i の年齢を表す変数、 e_i は誤差項である。そして、推定された個人単位の WTP

を個人 i について総和することによって、厳島神社を保全することで生まれる社会的総便益 TB が求められる。

$$TB = \sum_i wtp_i \quad (6)$$

既存の CVM 研究では、トラベルコスト法のように消費者の環境資源までの移動費用のような空間変数は必ずしも必要とされず、そのため空間次元が考慮されることはほとんどなかった。

しかし、上記のモデルは、消費者と厳島神社の各地物との空間的関係性を表す変数を、適宜 WTP 関数に独立変数として組み込むことにより、空間分析的なモデルに拡張できる。

$$wtp_{ij} = f(c_i, s_j, r_{ij}) \quad (7)$$

ここで、 wtp_{ij} は消費者 i の厳島神社を構成する環境資源 j (例えば本殿、拝殿、大鳥居、弥山原始林、…) の保全に対する WTP、 s_j は厳島神社を構成する環境資源 j の特性を表す属性列ベクトル、 r_{ij} は消費者 i と厳島神社を構成する環境資源 j との空間的関係性 (例えば距離) を表す属性列ベクトルである。そして、厳島神社の各環境資源に対する個人単位の WTP を個人 i と環境資源 j について総和することによって、厳島神社を保全することで生まれる社会的総便益 TB が求められる。

$$TB = \sum_i \sum_j wtp_{ij} \quad (8)$$

ここで考えられている WTP 関数の特徴は、評価対象として唯一の環境資源を提示するのではなく、評価対象となる複数の環境資源要素に対して WTP を表明するオプションを用意しているところにある。青山ほか¹⁵⁾ は京都市内に多数存在する歴史的文化的文化財の評価

に、上記のような空間分析的モデルを採用した。評価対象財は寺社・仏閣など 39 の歴史的建築物（例えば清水寺、鞍馬寺、妙心寺、…）であるが、それらの評価対象財を各対象財への同時訪問率の高さを基準に 9 つのグループに区分した。そして、各歴史的文化的財グループを保全することにより生まれる便益の違いを CVM によって明らかにした。

また、村中¹⁶⁾は、山口県内に広く分布しているスギ人工林（約 6 万 5000 ha）の整備による便益が、空間的にどのように変動するかを、OD 形式の WTP データを利用し、以下の段階を経て分析した。

Step 1: 県内のサンプル採取対象市町について、被験者の居住地（各市町）からスギ人工林を距離帯別（25 km 帯、50 km 帯、75 km 帯、…）に同心円状に区切って、各距離帯のスギ人工林に対する WTP の観測値を得る。

Step 2: サンプルデータを利用して、各距離帯に対する WTP 関数を推定する。

Step 3: Step 2 で推定した距離帯別 WTP 関数と山口県市町村統計データを利用して、全市町村別の距離帯別 WTP を推定する。

Step 4: Step 3 において距離帯別に推定された WTP について、各市町村の世帯数を掛け合わせて、各市町村の距離帯別総便益を推定する。

Step 5: 推定された各市町村の距離帯別 WTP を、各市町村のスギ人工林面積に応じて各市町村のスギ人工林の便益として按分し、各市町村について総和を計算する。

以上の分析手続きにより、スギ人工林整備による便益の空間的な差異を検証した。

これら 2 つの取り組みからも分かるように、空間的に分布する環境資源を適宜グルー

プ化することによって、異なる場所に立地する環境資源の持つ便益を計測できる。そしてこのデータを利用して、WTP 関数を空間的にモデリングすることにより、保全により生まれる便益の高い地域（保全費用をかける妥当性のある地域）の、ランク付けができるのである。

3. 方法論的課題

上記のように、環境資源に対する意識・行動データを利用した、環境経済評価の空間分析的手法の可能性を紹介してきたが、留意すべき点もある。

第一点目として、トラベルコスト法と CVM の共通の問題として、評価対象となる環境資源と類似の性質を持つ環境財の扱いの問題があげられる。類似の環境資源が単独で立地する場合と複数で連続して立地する場合とでは、それらの環境資源から得られる効用が異なると考えられる。例えば、京都への観光客が京町家の作り出す歴史的景観から得られる効用は、京町家が単独で立地している場合と連続して立地している場合とでは異なるかも知れない。

とりわけ、評価対象となる環境資源が空間的に広く分布する場合、当然そこから生まれる便益を享受する受益者も、空間的に広く分布することが考えられる。そのため、受益範囲が広くなればなるほど、サンプルの採取地域において代替財が存在する可能性も高くなり、代替財の影響を考慮した評価モデルの構築が必要となってくる。日本における 3 つの世界自然遺産を世界規模で評価する場合、海外における世界自然遺産の存在を代替財として考慮した評価を行う必要もあろう。

この代替地の問題について、CVM による評

価ではこれまで議論がほとんどなされてこなかったものの、トラベルコスト法による評価では代替地までの旅行費用や代替地への訪問頻度関数を同時に求めるというアイデアも提案されている¹⁷⁾。しかし、収集されるサンプル数の制約などから、代替財の影響を検討する十分な取り組みは、未だなされていない。空間的広がりを持つ面としての環境資源を評価するには代替財が評価へ影響する可能性も一層高まることから、今後、代替財の影響を考慮した評価モデルの検討の必要性が高まるものと予想される。

第二点目として、CVM を利用した評価研究の際に生まれる問題として、支払形式に関わる問題点があげられる。一般的には CVM の評価手法を選定する際には、各種バイアスを回避する目的で、支払形式としては二項選択式、特に二段階二項選択式が推奨されている¹⁸⁾。しかし、二項選択式調査票を用いた便益の計測では多くのサンプルが必要となる欠点があり、この問題は空間分析的なアプローチを採用することを目的とした調査票では、特に調査にかかる人的・金銭的費用の観点から一層問題が大きくなる。そのため、空間分析的調査の場合には、二段階二項選択式以外の手法も検討する必要がある。その場合、推定された便益の解釈において、採用された支払形式の抱える問題点¹⁹⁾に留意した解釈が必要となる。

IV. 受益と負担の空間的問題

1. 受益と負担の地域差

環境経済学的评价手法により推定された便益の推定値は、環境を保全するためにかかる

費用との対比を通じて、環境保全事業の妥当性を検討するために利用される。日本政府の行う公共事業の評価では、事業効率を測る指標としてしばしば費用便益比 (cost-benefit rate : CBR) が用いられている。

費用便益比は環境資源の保全にかかる費用と便益との比によって定義される。

$$CBR_i = b_i / c_i \quad (9)$$

ここで、 CBR_i は個人 i についての費用便益比、 b_i は個人 i にとっての粗便益、 c_i は個人 i にとっての費用 (事業費用および外部費用) である。なお、ここでは複数年次にわたる費用と便益を、割引後²⁰⁾の値であると考える。

環境保全事業の妥当性を検証する際には、当該事業の利害関係が及ぶ空間的範囲内に居住する個人 i について、費用便益が集計される。

$$CBR' = \sum_i b_i / \sum_i c_i \quad (10)$$

CBR' は社会的費用と社会的便益のデータを利用した費用便益比である。国や地方自治体が行う公共事業の評価では社会的に集計した CBR' が目下の関心事とされ、その値が高くなるにつれて事業効率が高くなる。通常、この値は総量のみを議論するものであり、便益が空間的に変動する可能性があるにもかかわらず、費用と便益との対比の議論において、空間分析的なアプローチが取られることはほとんどなかった。

しかし、前述したように、環境資源を保全することによって生まれる便益は地域内で一定ではなく、場合によっては便益が域外へ溢れ出している場合もある。こうした観点からは、環境資源保全の妥当性や費用負担のあり

方を議論する際に、空間分析的視点が必要となる。

前章で述べたように、環境資源が空間的に広がりを持つ場合、(9) 式における b_i を以下のように分解できる。

$$b_i = \sum_j b_{ij} \quad (11)$$

ここで、 b_{ij} は個人 i の環境資源 j を保全することによって生まれる粗便益である。この場合、個人 i と環境資源 j との距離は一律ではなく、環境資源保全により生まれる便益が消費者と環境資源との距離によって影響を受けることが予想される。この場合、個人についての費用便益比 ((9) 式) を以下のように拡張できる。

$$CBR_{ij} = b_{ij}(d_{ij}) / c_{ij} \quad (12)$$

ここで、 CBR_{ij} は個人 i の環境資源 j についての費用便益比、 d_{ij} は個人 i の居住地から環境資源 j の立地点までの距離、 c_{ij} は環境資源 j を保全するために個人 i が拠出した費用（事業費用および外部費用）である。通常、 d_{ij} が増加すると b_{ij} は減少する²¹⁾。

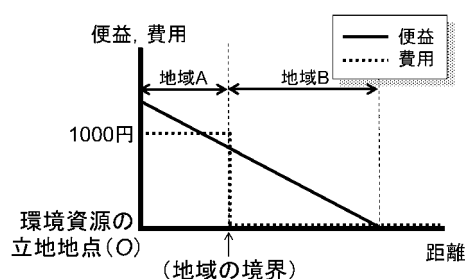
このように個人の費用便益比について、環境資源との距離の視点から再考すると、いくつかの問題を提起できる。第一に、環境資源の保全により生まれる便益が、空間的に変動している可能性である。この場合、環境資源の立地点からの距離に応じて定率で減衰しているかもしれないし、単純な距離ではなく地域社会単位で異なるかもしれない。第二に、環境資源保全にかかる費用の負担が、地域別に異なっている可能性である。ある地域での費用負担額は、1,000 円 / 世帯であるかもしれないが、別のある地域では 0 円 / 世帯である

かもしれない。

ここで、話を分かりやすくするために、費用負担が世帯あたり 1,000 円の地域（地域 A）と 0 円の地域（地域 B）を設定する（第 9 図）。そこでは、費用を表す点線からもわかるように、地域 A に居住している世帯は、地域 B に居住している世帯よりも、地点 O に立地する環境資源（資源 O）を保全するための費用を多く負担している。一方で、資源 O の保全によって生まれる便益は、第 9 図中の便益を表す実線によって表されている。ここでは、単位あたりの便益が資源 O からの距離に応じて減衰していることが示されている。

こうした状況からは、2 つの問題を指摘できる。まずは、地域 A 内における、費用負担と便益享受の公平性の問題である。この地域では費用が一律に 1,000 円課されているが、便益は環境資源からの距離が遠くなるにつれて享受することが難しくなっている。そのため、環境資源保全の費用便益比は、環境資源からの距離に応じて低下する。

一方で、地域 B は環境資源の保全に対して費用負担を行っていないが、環境資源保全による便益を享受している地域である。この地域では、費用が一律 0 円であるため、一方的に便益を享受できる地域である。そのため、



第 9 図 環境資源管理の費用と便益

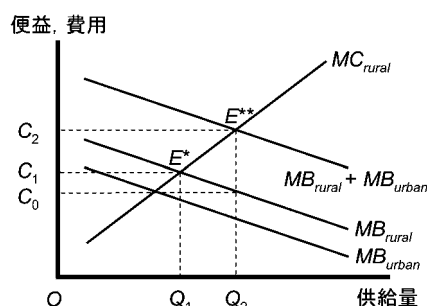
地域Bに居住する人々はフリーライダーとなり、そうした人々から費用の負担をどのようにして引き出すかがしばしば議論の俎上に載せられる。

このように、ある環境資源を保全するにあたり、環境資源の保全による便益を享受する地域（サービスの提供範囲）と、資源保全のために費用を負担する地域（資金調達範囲）との空間的なズレによって、地域間で公平性に欠ける状況が発生する。こうした問題において、費用負担と便益享受の地域差が大きくなった時、その地域差の縮小を求める声が生まれ、その解決策を模索する必要性が生じる。

2. 公平な受益 / 負担への取り組み

受益と負担の地域差をいかに埋めるか。こうした政策的課題に対する取り組み事例として、森林資源の流域管理の問題を考えてみよう。これまで、一般の市場においては森林資源に対して木材・林産物生産の機能のみが認められ、森林資源の生産から直接利益を享受する林家や農山村住民からの労働・金銭負担によって、森林資源が維持されてきた。しかし、近年農山村経済の衰退と崩壊が慢性的問題となり、枝打ちや下草刈などの森林資源管理が充分に行われない状況が顕在化している。

これと同時に、森林資源にレクリエーション機能や水源涵養機能としての間接利用価値が社会的に認められ始め、そうした価値の創出に関わる費用負担のありかたも問題化した。こうした課題に取り組んだ代表的な事例として、森林資源を流域単位で管理する視点から、下流地域の都市住民が上流地域に分布する森林資源管理の資金を部分的に負担する仕組み²²⁾が提案された。この仕組みは、森



第10図 森林管理の限界費用と限界便益
(藤田²³⁾に基づいて作成)

林が持つ木材生産や林産物の生産機能のみならず、土砂流出の防止やレクリエーション利用機能などを維持するものである。

この取り組みの理論的背景は、公共サービスとしての森林資源管理をめぐる、需要と供給の関係から説明できる。藤田²³⁾によると、森林資源管理（公共サービス）の供給量（横軸）と資源管理の費用便益（縦軸）との関係は、第10図に示す通り管理事業の限界費用曲線と限界便益曲線によって表すことが出来る。旧来の森林資源管理では、管理により生まれる便益はすべて農山村の住民によって享受されており、森林資源管理の需要と供給は農山村内で完結していることが前提とされていた。この前提に立つと、森林資源管理の社会的に最適な供給量は、農山村住民の社会的限界費用曲線 MC_{rural} と農山村住民の社会的限界便益曲線 MB_{rural} との交点 E^* (Q_1, C_1) から Q_1 となる。

しかし、実際には森林資源管理により生まれる便益のスピル・オーバー（溢流）効果を下流の都市住民も享受しており、需要均衡点は E^* とはならない。そこで、同時に下流の都市住民の社会的限界便益曲線 MB_{urban} を考えてみると、農山村住民に都市住民を加えた

社会的限界便益は $MB_{rural} + MB_{urban}$ となり、 MC_{rural} との交点から最適な森林資源管理サービスの供給量は $E^{**}(Q_2, C_2)$ となる。ここでは、森林資源管理により生み出されるサービスの供給量は Q_2 であり、農山村住民は都市住民のために $C_2 - C_1$ の、超過費用を負担していることになる。この農山村住民による超過負担分は、受益者負担の原則の観点からは都市住民によっても担われるべきものである。

このような観点から、日本のいくつかの地方自治体は上流地域の水源林を取得・整備し、森林の持つ水源涵養機能を維持してきた²⁴⁾。その代表的な取り組みとして、横浜市の事例があげられる。横浜市では第二次世界大戦以前の1916（大正5）年から、相模川上流の道志川流域において、水源涵養林の育成を目的とした林野買収を行い、2005年3月時点で2,873 haの水源林を管理している²⁵⁾。横浜市がこのような取り組みを開始した背景には、水道水の取水地における水源林の環境維持と市民への安定的な水資源の供給を持続的に行う社会的要請があった²⁶⁾。

では、横浜市民は道志川を保全することによってどの程度の便益を享受しているのだろうか。吉田²⁷⁾は、横浜市民を対象に、将来に渡って持続的に水源林として利用できることによって生まれる便益を、CVMを用いて計測した。この評価からは、道志村の水源林を保全することによって、一世帯あたり平均1,648～3,210円、横浜市民にとっての総額20億7700万～40億4500万円の便益を生み出していることが明らかにされた。

一方で、道志村の水源林を管理するためには費用がかかる。横浜市水道局が作成した『平

成17年度 水道事業会計予算 工業用水道事業会計予算 主要事業概要』²⁸⁾の中に部分的にでも道志村の水源林管理に触れられている予算を見てみると、1億2100万円の予算が計上されている。これらの内訳は、①道志水源林の整備（7500万円）、②道志村生活排水処理事業への助成（3500万円）、③道志水源林ボランティア事業の推進（1100万円）である。これらの予算額は道志村の水源林管理に対して計上された予算であり、安定的な水道水供給のために「水源」を確保するために投資する予定の金額である。

すなわち、1億2100万円の予算金額のうち道志村の水源林の保全に投資している金額は、道志川の資源を利用している都市住民の行っている費用負担であり、ちょうど第10図における $C_2 - C_1$ に該当する金額を埋め合わせている費用とも言える。

以上のように、水源林の便益享受と費用負担をめぐる議論は上流農村住民と下流都市住民との対比でとらえると考えやすく、費用負担の空間的問題を考える政策事例として直感的に理解しやすいだろう。近年では水源に限らず、空間的に遍在する森林の多面的機能に着目した森林環境税の導入が、各自治体などで検討され始めている²⁹⁾。それら、森林保全の公正な費用負担のあり方に関わる議論において、①どこに住む住民が便益を享受しやすいか、②どこに住む住民が費用負担をすべきかを検討する過程で、当該自治体住民の行動や意思の表明を通じた、空間分析的な環境経済評価の導入が必要となろう。

V. おわりに

本稿では、消費者の環境資源の保全意識や利用行動に関わるデータを活用した環境経済評価手法に着目し、そこでの空間分析的なアプローチを整理した。本章では、本稿の結びに代えて、環境資源管理の経済評価を空間的視点から分析する意義と今後の展開を述べてみたい。

環境資源を開発から如何に保全するか。その大きな方向性に関する議論は、20世紀後半から世界的に関心をよんできた。とりわけ、環境資源管理における費用便益についても、アメリカ合衆国をはじめとする先進国で議論がなされた³⁰⁾。地理学において、環境資源管理の問題に対して近年高い関心が示されており、環境資源管理の経済評価研究に対しても、環境資源の生み出す便益の空間的特徴に着目した分析的アプローチがなされている。その分析の特徴は、評価者（消費者）と評価対象となる環境資源との、空間的関係を評価モデルに取り入れる点である。

評価モデルに、評価者と評価対象財との空間的関係を取り入れる意義として、大きく2つの点を指摘できる。①環境資源を保全することで生まれる便益の距離減衰効果の度合いと、その形状を分析できる点、②空間的に広く分布する環境資源を保全することで生まれる便益の空間的分布を分析できる点、である。

環境資源の持つ総便益については、単純に評価関数によって推計できる。しかし、便益の空間的配分とそれに応じた費用負担の仕組みを計画する場合、便益の空間的波及や変動を明らかにする必要がある。そのため、環境資源保全の便益の持つ空間的次元を、精確に

評価モデルに反映させる必要がある。

しかし、環境資源の経済評価研究において空間分析的アプローチを適用した研究事例は、十分に蓄積されてきたとはいいがたい。今後、環境資源の経済評価研究を通じた、環境資源管理により生まれる空間的問題を考えるためには、以下の2つの課題が残されている。

第1に、環境経済評価に対して空間分析モデルを応用した研究手法のさらなる精緻化を図る必要がある。既存の環境経済評価研究領域における空間分析的研究では、(a) 評価対象財と評価者との様々な空間的関係性に関する変数の検討や、(b) 空間的に広く分布する環境資源の、任意の空間単位についての便益推定などが技術的に可能であることが示されている。しかし、第3章においても述べたように、トラベルコスト法やCVMを用いた空間分析的評価では、代替財の存在や介入機会の多寡などによる評価値への影響の検証はいまだ行われていない。このような影響の検証を進めることにより、より精緻な空間評価モデルを構築できるようになるだろう。

第2に、空間的環境経済評価モデルの成果をもとにした、空間分析的独自の視点からの政策的含意を発信する必要がある。便益享受と費用負担の地域的差異を議論する分析的視点は、本稿でも紹介したような費用負担の上流住民（林家や農山村住民）と下流住民（都市住民）との問題のような、比較的問題が明確な話題で、わずかに触れられている程度である。今後は、費用負担の公平性を議論する観点からも、環境資源の持つ便益の空間的広がりや環境資源自体の空間的分布を考慮したような、費用便益の議論を深めていくべきで

あろう。

〔付記〕本稿を作成するにあたり、中谷友樹先生をはじめとする立命館大学地理学教室の先生方に、有益なご意見をいただきました。河角直美さんには、本稿における挿絵を製作していただきました。記して感謝いたします。

本稿は、平成 15・16 年度科学研究費補助金（特別研究員奨励費）「地理情報システムを用いた環境管理の経済評価」（課題番号：6239、代表者：村中亮夫）の研究経費の一部を使用して作成しました。

注

- 1) 行政管理研究センター編『再版 政策評価ガイドブック—政策評価精度の導入と政策評価手法等研究会—』、ぎょうせい、2003。
- 2) 岡 敏弘「政策評価における費用便益分析の意義と限界」、会計検査研究 25、2002、31～42 頁。
- 3) Hanink, D. M.: The economic geography in environmental issues: a spatial-analytic approach, *Progress in Human Geography* 19, 1995, pp. 372～387.
- 4) ピンチ、S. 著、神谷浩夫訳『都市問題と公共サービス』、古今書院、1990。
- 5) 大野栄治『環境経済評価の実務』、勁草書房、2000。
- 6) 肥田野登『環境と社会資本の経済評価—ヘドニック・アプローチの理論と実際—』、勁草書房、1997。
- 7) 前掲 6)。
- 8) 誌面の都合上、ここでは回帰分析に関する詳細な解説を控えたい。以下の著書では具体的な事例を引き合いに出して、回帰分析に関する丁寧な解説がなされている。参照されたい。(1) Stock, J. H. and Watson, M. W.: *Introduction to Econometrics*, Pearson Education, 2003, (2) Wooldridge, J. M.: *Introductory Econometrics: A Modern Approach*, 2e, Thomson Learning, 2003.
- 9) (1) Desvousges, W. H., Naughton, M. C. and Parsons, G. R.: *Benefit transfer: conceptual problems in estimating water quality benefits using existing studies*, *Water Resource Research* 28, 1992, pp. 675～683, (2) 竹内憲司『環境評価の政策利用—CVM とトラベルコスト法の有効性—』、勁草書房、1999。
- 10) 前掲 5)、35～38 頁。
- 11) Bateman, I. J., Lovett, A. A. and Brainard, J. S.: *Applied environmental economics: a GIS approach to cost-benefit analysis*, Cambridge University Press, 2003.
- 12) 前掲 11)。
- 13) 日本ユネスコ協会連盟ホームページ「世界遺産活動」URL: <http://www.unesco.or.jp/contents/isan/index2.html> 2005 年 7 月 14 日検索。
- 14) (1) Habb, T. C. and McConnell, K. E.: *Valuing environmental and natural resources*, Edward Elgar, 2002, (2) 寺脇 拓『農業の環境評価分析』、勁草書房、2002。
- 15) 青山吉隆・松中亮治・鈴木彰一「CVM と顯示選好法を用いた歴史的文化的財の経済的価値計測方法に関する研究」、土木計画学研究・論文集 17、2000、247～256 頁。
- 16) 村中亮夫「スギ花粉症のリスク削減を意図したスギ人工林整備の空間的経済評価—山口県市町村データを利用した距離帯別仮想市場による分析—」、地理学評論 77-13、903～923 頁。
- 17) 中谷朋昭「トラベルコスト法」、(出村克彦・吉田謙太郎編著『農村アメニティの創造に向けて—農業・農村の公益的機能評価—』、大明堂、1999、所収)、21～35 頁。
- 18) (1) 前掲 20) (1)、(2) 肥田野登編著『環境と行政の経済評価—CVM 〈仮想市場法〉マニュアル』、勁草書房、1999。
- 19) 前掲 18) (2)。
- 20) 前掲 18) (2)。
- 21) 前掲 3)。
- 22) 依光良三『森と環境の世紀—住民参加型システムを考える—』、日本経済評論社、1999。
- 23) 藤田 香『シリーズ〈環境・エコロジー・人間〉⑤ 環境税制改革の研究』、ミネルヴァ書房、2001。
- 24) 前掲 22)、251 頁。
- 25) 横浜市まちづくり調整局公共建築部ホームページ「道志村水源林間伐材活用検討に関する建築局（現まちづくり調整局）検討結果報告書」URL: <http://www.city.yokohama.jp/me/machi/archi/kanbatu/gijiroku/houkoku1703.pdf> 2005 年 7 月 14 日検索。
- 26) 泉 桂子「横浜市道志水源かん養林の形成過程」、東京大学農学部演習林報告 105、2001、11～78 頁。
- 27) 吉田謙太郎「CVM による水道水源林の経済的評価—横浜市と東京都の事例分析—」、水利科学 41-4、1997、23～54 頁。
- 28) 横浜市水道局ホームページ「平成 17 年度 水道事業会計予算 工業用水道事業会計予算 主要事業概要」URL: <http://www.city.yokohama.jp/me/suidou/image/ja/kyoku/h17yosangaiyuu.pdf> 2005 年 9 月 23 日検索。
- 29) 林野庁ホームページ「都道府県における森林整備・保全を目的とした法定外目的税等の取組状況」URL: <http://www.rinya.maff.go.jp/puresu/>

h15-7gatu/0627-s19-1.pdf 2005年7月14日検索。
30) 吉田文和・北畠能房『岩波講座 環境経済・

政策学 第8巻 環境の評価とマネジメント』、
岩波書店、2002。